

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

Ref. 1

(11)Publication number : 06-186330

(43)Date of publication of application : 08.07.1994

(51)Int.Cl. G01S 15/88  
G01C 3/06  
G01S 15/10

(21)Application number : 04-340795

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 21.12.1992

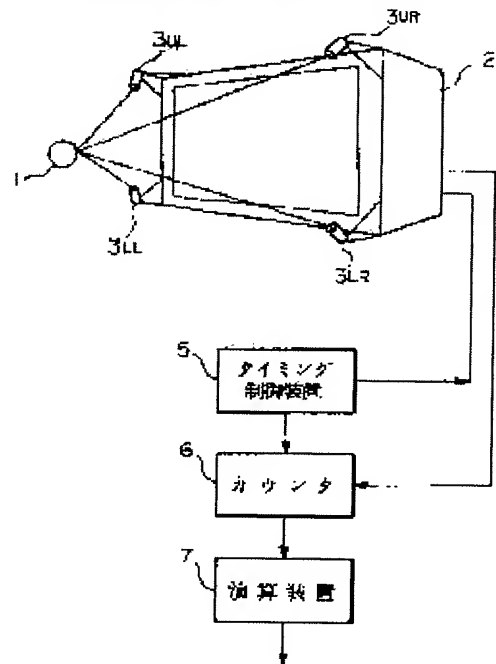
(72)Inventor : FUKUMOTO MASAOKI

## (54) NON-CONTACT TYPE THREE-DIMENSIONAL POSITION MEASUREMENT DEVICE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To measure the position of an object in three-dimension space with nothing attached to the object.

**CONSTITUTION:** A transmitter 3LL that transmits ultrasonic waves toward an object 1 whose position in three-dimension space is to be measured, receivers 3UL, 3UR that receive the ultrasonic waves reflected from the object 1, a counter 6 that measures the distance, etc., of the path through which the ultrasonic waves received by 3UL, 3UR and 3LR have been transmitted, and a timing control device 5 that controls and synchronizes the transmitter 3LL and the counter 6 together are provided. Using such information as distance, measured by the counter 6, and the information about the positions of transmitter 3LL and receivers 3UL, 3UR and 3LR, the position of the object 1 in three-dimension space is calculated.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-186330

(43)公開日 平成6年(1994)7月8日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 S 15/88		8113-5 J		
G 0 1 C 3/06	A	9008-2 F		
G 0 1 S 15/10		9382-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数5(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-340795

(22)出願日 平成4年(1992)12月21日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 福本 雅朗

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

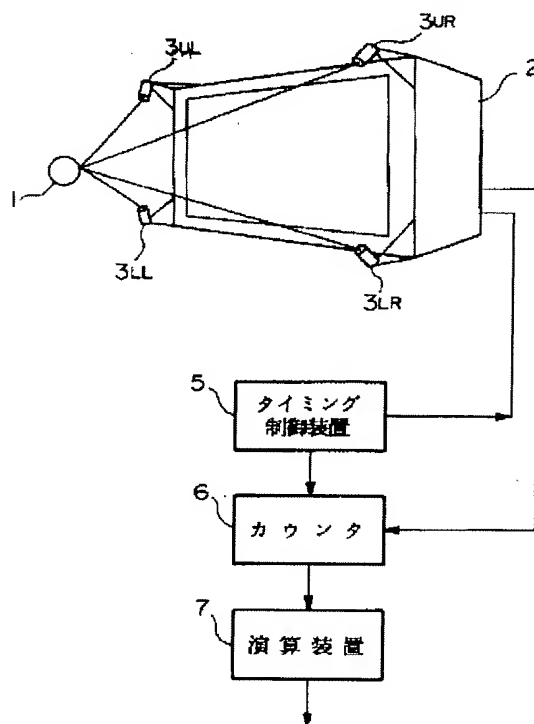
(74)代理人 弁理士 志賀 正武

## (54)【発明の名称】 非接触型3次元位置測定装置

## (57)【要約】

【目的】 被測定物体に何も装着することなく、被測定物体の3次元空間における位置を測定する。

【構成】 3次元空間における位置を測定されるべき被測定物体1に向けて超音波を送信する送信器3<sub>UL</sub>と、被測定物体1に反射された超音波を受信する受信器3<sub>UL</sub>, 3<sub>UR</sub>, 3<sub>LR</sub>と、受信器3<sub>UL</sub>, 3<sub>UR</sub>, 3<sub>LR</sub>に受信された超音波が伝達されてきた経路の距離等を測定するカウンタ6と、送信器3<sub>UL</sub>とカウンタ6とを制御して同期させるタイミング制御装置5とから構成され、カウンタ6において測定された距離等の情報と送信器3<sub>UL</sub>および受信器3<sub>UL</sub>, 3<sub>UR</sub>, 3<sub>LR</sub>の位置に関する情報とを用いて被測定物体1の3次元空間における位置を算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 3次元空間における位置が測定されるべき被測定物体に向けて超音波を送信する一つの超音波送信器と、

前記被測定物体に反射された超音波を受信する複数の超音波受信器と、

前記複数の超音波受信器に受信された超音波が伝達されてきた経路の距離等を測定する少なくとも一つのカウンタと、

前記超音波送信器と前記カウンタとを制御して同期させるタイミング制御手段とから構成され、

前記カウンタにおいて測定された距離等と前記超音波送信器および前記超音波受信器の位置に関する情報とを用いて被測定物体の3次元空間における位置を算出することを特徴とする非接触型3次元位置測定装置。

【請求項2】 3次元空間における位置が測定されるべき被測定物体に向けて超音波を送信する複数の超音波送信器と、

前記被測定物体に反射された超音波を受信する複数の超音波受信器と、

前記複数の超音波受信器に受信された超音波が伝達されてきた経路の距離等を測定する少なくとも一つのカウンタと、

有効な超音波送信器を順次またはランダムに選択し、前記有効な超音波送信器と前記カウンタとを制御して同期させるタイミング制御手段とから構成され、

前記カウンタにおいて測定された距離等と前記超音波送信器および前記超音波受信器の位置に関する情報とを用いて被測定物体の3次元空間における位置を算出することを特徴とする非接触型3次元位置測定装置。

【請求項3】 平面上に仮想物体を表示するCRT (cathode ray tube) ディスプレイやLCD (liquid crystal display)、プラズマディスプレイ等や、あたかも3次元空間上に存在しているかの如く仮想物体を表示するレンチキュラレンズやホログラフィー等による画像表示装置と、前記画像表示装置の周辺に配置され、3次元空間における位置が測定されるべき被測定物体に向けて超音波を送信する一つの超音波送信器と、

前記被測定物体に反射された超音波を受信する複数の超音波受信器と、

前記複数の超音波受信器に受信された超音波が伝達されてきた経路の距離等を測定する少なくとも一つのカウンタと、

前記超音波送信器と前記カウンタとを制御して同期させるタイミング制御手段とから構成され、

前記カウンタにおいて測定された距離等と前記超音波送信器および前記超音波受信器の位置に関する情報とを用いて被測定物体の3次元空間における位置を算出することを特徴とする非接触型3次元位置測定装置。

【請求項4】 平面上に仮想物体を表示するCRT (cathode ray tube) ディスプレイやLCD (liquid crystal display)、プラズマディスプレイ等や、あたかも3次元空間上に存在しているかの如く仮想物体を表示するレンチキュラレンズやホログラフィー等による画像表示装置と、前記画像表示装置の周辺に配置され、3次元空間における位置が測定されるべき被測定物体に向けて超音波を送信する複数の超音波送信器と、

前記被測定物体に反射された超音波を受信する複数の超音波受信器と、

前記複数の超音波受信器に受信された超音波が伝達されてきた経路の距離等を測定する少なくとも一つのカウンタと、

有効な超音波送信器を順次またはランダムに選択し、前記有効な超音波送信器と前記カウンタとを制御して同期させるタイミング制御手段とから構成され、

前記カウンタにおいて測定された距離等と前記超音波送信器および前記超音波受信器の位置に関する情報とを用いて被測定物体の3次元空間における位置を算出することを特徴とする非接触型3次元位置測定装置。

【請求項5】 算出された被測定物体の3次元空間における位置に基づいて、画像表示装置上にカーソルを表示することを特徴とする請求項3または4記載の非接触型3次元位置測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、被測定物体に何ら特殊な装置を装着することなく、被測定物体の3次元空間における位置を測定するとともに、操作者が何も装着することなく、また、表示画面に触れることなく、3次元的位置指定等の入力動作を行うことが可能な非接触型3次元位置測定装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の超音波等による3次元位置測定装置は、被測定物体に送受信器等の特殊装置を装着して、被測定物体の3次元空間における位置を測定していた。また、CRTディスプレイ等の表示装置の画面上の位置を指示する位置指示装置（以後、ポインティングデバイスという）としては、操作者が、マウスやデジタイザ等の入力機器を操作して画面に表示されたカーソルを動かし、そのカーソルによって間接的に指示する非接触式のものや、画面に直接触れるタッチスクリーン等の接触式のものがあつた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述した従来の3次元位置測定装置は、被測定物体に何らかの特殊装置を装着する必要がある、手間がかかるとともに、被測定物体の大きさや形状に応じた特殊装置を、使用目的に応じて作製する必要があつた。また、上述したポイン

ディングデバイスにおいて、各種入力機器を用いる非接触式の場合、入力機器と画面上のカーソルとで、動作量や動作方向等が一致しないこと等があり、入力機器の操作に不慣れた操作者には、操作し難いという欠点があった。一方、画面に直接触れる接触式の場合、操作者はすぐに操作に慣れるが、操作者が直接、画面に触れることが必要であった為、画面に人体の皮脂等が付着することがあり、特に不特定多数の操作者が使用する場合、衛生的に問題があった。本発明は上述した背景の下になされたものであり、被測定物体に何も装着することなく、被測定物体の3次元空間内での位置を計測することができるとともに、何物にも触れることなく、3次元的な位置指示等の入力動作を行うことができる非接触型3次元位置測定装置を提供することを目的とする。

#### 【0004】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の非接触型3次元位置測定装置にあつては、3次元空間における位置が測定されるべき被測定物体に向けて超音波を送信する一つの超音波送信器と、前記被測定物体に反射された超音波を受信する複数の超音波受信器と、前記複数の超音波受信器に受信された超音波が伝達されてきた経路の距離等を測定する少なくとも一つのカウンタと、前記超音波送信器と前記カウンタとを制御して同期させるタイミング制御手段とから構成され、前記カウンタにおいて測定された距離等と前記超音波送信器および前記超音波受信器の位置に関する情報とを用いて被測定物体の3次元空間における位置を算出することを特徴としている。

【0005】請求項2に記載の非接触型3次元位置測定装置にあつては、3次元空間における位置が測定されるべき被測定物体に向けて超音波を送信する複数の超音波送信器と、前記被測定物体に反射された超音波を受信する複数の超音波受信器と、前記複数の超音波受信器に受信された超音波が伝達されてきた経路の距離等を測定する少なくとも一つのカウンタと、有効な超音波送信器を順次またはランダムに選択し、前記有効な超音波送信器と前記カウンタとを制御して同期させるタイミング制御手段とから構成され、前記カウンタにおいて測定された距離等と前記超音波送信器および前記超音波受信器の位置に関する情報とを用いて被測定物体の3次元空間における位置を算出することを特徴としている。

【0006】請求項3に記載の非接触型3次元位置測定装置にあつては、平面上に仮想物体を表示するCRTディスプレイやLCD、プラズマディスプレイ等や、あたかも3次元空間上に存在しているかの如く仮想物体を表示するレンチキュラレンズやホログラフィー等による画像表示装置と、前記画像表示装置の周辺に配置され、3次元空間における位置が測定されるべき被測定物体に向けて超音波を送信する一つの超音波送信器と、前記被測定物体に反射された超音波を受信する複数の超音波受信

器と、前記複数の超音波受信器に受信された超音波が伝達されてきた経路の距離等を測定する少なくとも一つのカウンタと、前記超音波送信器と前記カウンタとを制御して同期させるタイミング制御手段とから構成され、前記カウンタにおいて測定された距離等と前記超音波送信器および前記超音波受信器の位置に関する情報とを用いて被測定物体の3次元空間における位置を算出することを特徴としている。

【0007】請求項4に記載の非接触型3次元位置測定装置にあつては、平面上に仮想物体を表示するCRTディスプレイやLCD、プラズマディスプレイ等や、あたかも3次元空間上に存在しているかの如く仮想物体を表示するレンチキュラレンズやホログラフィー等による画像表示装置と、前記画像表示装置の周辺に配置され、3次元空間における位置が測定されるべき被測定物体に向けて超音波を送信する複数の超音波送信器と、前記被測定物体に反射された超音波を受信する複数の超音波受信器と、前記複数の超音波受信器に受信された超音波が伝達されてきた経路の距離等を測定する少なくとも一つのカウンタと、有効な超音波送信器を順次またはランダムに選択し、前記有効な超音波送信器と前記カウンタとを制御して同期させるタイミング制御手段とから構成され、前記カウンタにおいて測定された距離等と前記超音波送信器および前記超音波受信器の位置に関する情報とを用いて被測定物体の3次元空間における位置を算出することを特徴としている。請求項5に記載の非接触型3次元位置測定装置にあつては、請求項3または4記載の非接触型3次元位置測定装置において、算出された被測定物体の3次元空間における位置に基づいて、画像表示装置上にカーソルを表示することを特徴としている。

#### 【0008】

【作用】上述した構成によれば、まず、タイミング制御手段に制御された超音波送信器から、被測定物体に向けて超音波が送信される。超音波送信器から送信された超音波は、被測定物体に反射され、複数の超音波受信器に受信される。次に、カウンタにおいて、各々の超音波受信器に受信された超音波が伝達されてきた経路の距離等が測定される。

【0009】上述した測定が、一つの超音波送信器、あるいは順次またはランダムに選択された複数の送信器について行われ、測定された距離等と超音波送信器および超音波受信器の位置に関する情報とから、被測定物体の3次元空間における位置が算出される。そして、算出された被測定物体の3次元空間における位置に基づいて、画像表示装置上にカーソルが表示される。

#### 【0010】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の一実施例について説明する。図1は、本発明による非接触型3次元位置測定装置を適用したポインティングデバイスを説明するための図であり、この図において、1は3次元空間に

おける位置が測定されるべき被測定物体、2は仮想物体等を表示するための表示装置、3<sub>UL</sub>、3<sub>UR</sub>、3<sub>LL</sub>、3<sub>LR</sub>は超音波を送信および受信する円柱状の超音波送受信器であり、図2の上面図、図3の正面図、図4の右側面図に示すように、各々、表示装置2の前面四隅近傍に取り付けられている。

【0011】本実施例によるポインティングデバイスは、上述した構成により、超音波送受信器3のいずれか一つから発信された超音波（送信波）が、被測定物体1に反射されて（反射波）、複数の超音波送受信器3に受信されるのに要した時間から、被測定物体1の3次元空間における位置を算出するものである。

【0012】次に、図5（a）および（b）は、超音波送受信器3<sub>UR</sub>の配置を説明するための上面図および正面図であり、これらの図に示すように、超音波送受信器3は、その軸心と、表示装置2の画面に垂直な直線とのなす角（設置角）が45°であるように設置され、その軸心を中心とするテーパ角度（開口角）が90°の円錐状の範囲に超音波を送信する。

【0013】なお、超音波送受信器3の設置角および開口角は45°および90°である必要はなく、超音波送受信器3から他の超音波送受信器3に直接伝達される超音波（直接波）の影響を受けることなく、被測定物体1を測定可能な測定範囲を得ることができるような設置角および開口角であればよい。なお、本実施例においては、設置角が45°、開口角が90°としてあるので、図2～4に示すように、表示装置2前方の直方体状の領域が、被測定物体1の位置を測定可能な測定範囲4となる。

【0014】また、図1において、5は一つの超音波送受信器3から超音波を送信させると同時に、各々の超音波送受信器3に対応したカウンタ6をリセットするタイミング制御装置、7は演算装置であり、各々のカウンタ6において測定された値に基づいて、被測定物体1の3次元空間における位置を算出する演算を行う。

【0015】このような構成において、被測定物体の位置を測定する過程を以下に説明する。なお、ここでは、超音波送受信器3<sub>UL</sub>から送信波が発信され、その送信波に対応する反射波が他の超音波送受信器3<sub>UL</sub>、3<sub>UR</sub>、3<sub>LL</sub>に受信されるものとする。したがって、以後、超音波送受信器3<sub>UL</sub>を送信器3<sub>UL</sub>、超音波送受信器3<sub>UR</sub>、3<sub>LL</sub>を受信器3<sub>UL</sub>、3<sub>UR</sub>、3<sub>LL</sub>として説明する。

【0016】まず、タイミング制御装置5が同期パルスが発生し、その同期パルスを送信器3<sub>UL</sub>と受信器3<sub>UL</sub>、3<sub>UR</sub>、3<sub>LL</sub>に対応するカウンタ6とに供給すると、送信器3<sub>UL</sub>が送信波を発信すると同時に、受信器3<sub>UL</sub>、3<sub>UR</sub>、3<sub>LL</sub>に対応する各々のカウンタ6はリセットされ、カウントを開始する。次に、被測定物体1によって反射された反射波が受信器3<sub>UL</sub>、3<sub>UR</sub>、3<sub>LL</sub>に受信される。受信器3<sub>UL</sub>、3<sub>UR</sub>、3<sub>LL</sub>は、反射波を受信すると、

対応するカウンタ6に所定の信号を供給する。

【0017】これにより、各々のカウンタ6において、送信器3<sub>UL</sub>が送信波を発信した時点から、対応する反射波が受信器3<sub>UL</sub>、3<sub>UR</sub>、3<sub>LL</sub>に受信された時点までの時間が測定され、それらの時間データが演算装置7に供給される。次に、演算装置7において、各々のカウンタ6から供給された時間データに基づいて、以下に示す経路に対応する測定距離L1、L2、L3が算出される。

・測定距離L1：送信器3<sub>UL</sub>～被測定物体1～受信器3<sub>UL</sub>

・測定距離L2：送信器3<sub>UL</sub>～被測定物体1～受信器3<sub>UR</sub>

・測定距離L3：送信器3<sub>UL</sub>～被測定物体1～受信器3<sub>LL</sub>

【0018】次に、図6～8を参照して、演算装置7において、被測定物体1の位置を算出する過程を説明する。図6～8は、送信器3<sub>UL</sub>、受信器3<sub>UL</sub>、3<sub>UR</sub>、3<sub>LL</sub>の配置を示した上面図、正面図および右側面図であり、この図に示すように、表示装置2の幅をX、高さをYとし、表示装置2の図7中前面左下を原点（0，0，0）として、x，y，zの各座標軸を、それぞれ、原点（0，0，0）から図中右方向、図中上方向、図中手前方向にとると、送信器3<sub>UL</sub>、受信器3<sub>UL</sub>、3<sub>UR</sub>、3<sub>LL</sub>の座標は、各々、以下に示すようになる。

・送信器3<sub>UL</sub>（0，0，0）

・受信器3<sub>UL</sub>（0，Y，0）

・受信器3<sub>UR</sub>（X，Y，0）

・受信器3<sub>LL</sub>（X，0，0）

ここで、被測定物体1の座標をTG（x，y，z）とした場合、上述した測定距離L1、L2、L3はそれぞれ、以下の数式1～3により算出される。

【0019】

【数1】

$$L1 = \sqrt{(x^2 + (Y-y)^2 + z^2)} + \sqrt{(x^2 + y^2 + z^2)}$$

【数2】

$$L2 = \sqrt{(X-x)^2 + (Y-y)^2 + z^2} + \sqrt{(x^2 + y^2 + z^2)}$$

【数3】

$$L3 = \sqrt{(X-x)^2 + y^2 + z^2} + \sqrt{(x^2 + y^2 + z^2)}$$

【0020】上述した数式1～3から、以下の数式4～13が得られ、これらにより、定数xt1，xt2，yt1，zt1～7が算出される。

【数4】

$$xt1 = \frac{(2L1^2 - 2L1L2 - L1L3 + L2L3)}{X}$$

【0021】

【数5】

$$xt2 = \frac{(-2YL1^3 + 4YL1^2L2 - 2YL1L2^2)}{(YL1 - YL2 + YL3)X}$$

【数6】

$$y t 1 = \frac{(L 1^2 L 2 - L 1 L 2^2 - L 1^2 L 3 + L 1 L 3^2)}{(Y L 1 - Y L 2 + Y L 3)}$$

【0022】

\* \* 【数7】

$$z t 1 = -X^2 - Y^2 + 5 L 1^2 - 4 L 1 L 2 + L 2^2 - 2 L 1 L 3 + L 3^2$$

【数8】

$$z t 2 = (-8 L 1^4 + 20 L 1^3 L 2 - 16 L 1^2 L 2^2 + 4 L 1 L 2^3 + 4 L 1^3 L 3 - 8 L 1^2 L 2 L 3 + 4 L 1 L 2^2 L 3 - L 1^2 L 3^2 + 2 L 1 L 2 L 3^2 - L 2^2 L 3^2) / X^2$$

【0023】

※ ※ 【数9】

$$z t 3 = (4 Y 2 L 1^4 - 8 Y 2 L 1^3 L 2 + 4 Y 2 L 1^2 L 2^2 - L 1^4 L 2^2 + 2 L 1^3 L 2^3 - L 1^2 L 2^4 + 2 L 1^4 L 2 L 3) / (Y L 1 - Y L 2 + Y L 3)^2$$

【数10】

$$z t 4 = (-2 L 1^3 L 2^2 L 3 - L 1^4 L 3^2 - 2 L 1^3 L 2 L 3^2 + 2 L 1^2 L 2^2 L 3^2 + 2 L 1^3 L 3^3 - L 1^2 L 3^4) / (Y L 1 - Y L 2 + Y L 3)^2$$

【0024】

★20★ 【数11】

$$z t 5 = (-4 Y^2 L 1^6 + 16 Y^2 L 1^5 L 2 - 24 Y^2 L 1^4 L 2^2 + 16 Y^2 L 1^3 L 2^3 - 4 Y^2 L 1^2 L 2^4) / \{(Y L 1 - Y L 2 + Y L 3)^2 X^2\}$$

【数12】

$$z t 6 = \frac{(-4 Y L 1 L 2^2 + 12 Y L 1^2 L 2 - 8 Y L 1^3)}{(Y L 1 - Y L 2 + Y L 3)}$$

【0025】

☆ ☆ 【数13】

$$z t 7 = (48 Y L 1^3 L 2^2 - 40 Y L 1^4 L 2 + 12 Y L 1^5 - 24 Y L 1^2 L 2^3 + 4 Y L 1 L 2^4) / \{(Y L 1 - Y L 2 + Y L 3) X^2\}$$

【0026】 上述した数式により算出された定数  $x t 1$ ,  $x t 2$ ,  $y t 1$ ,  $z t 1 \sim 7$  を、以下に示す数式 14~16 に代入すると、被測定物体 1 の座標  $TG(x, y, z)$  が算出される。

$$x = (X + x t 1 + x t 2) / 2 \quad \cdots \text{(数式 14)}$$

$$y = (Y + y t 1) / 2 \quad \cdots \text{(数式 15)}$$

$$z = \sqrt{(z t 1 + z t 2 + z t 3 + z t 4 + z t 5 + z t 6 + z t 7) / 2} \quad \cdots \text{(数式 16)}$$

【0027】 なお、超音波送受信器 3<sub>UL</sub> において送信と 40 ともに受信を行う場合は、以下に示す測定距離  $L 0$  をも測定することができる。

・測定距離  $L 0$  : 送信器 3<sub>UL</sub> ~ 被測定物体 1 ~ 受信器 3<sub>UL</sub>

この測定距離  $L 0$  は以下に示す数式 17 により算出される。

$$L 0 = 2 \sqrt{(x^2 + y^2 + z^2)} \quad \cdots \text{(数式 17)}$$

すなわち、測定距離  $L 0$ ,  $L 1$ ,  $L 2$ ,  $L 3$  のうちのいずれか 3 つを用いて、上述した数式の変形によって、被測定物体 1 の座標  $TG(x, y, z)$  を算出することが

できる。

【0028】 なお、本実施例においては、送信器 3<sub>UL</sub> および受信器 3<sub>UL</sub>, 3<sub>UR</sub>, 3<sub>LR</sub> を、送受兼用の超音波送受信器 3<sub>UL</sub>, 3<sub>UL</sub>, 3<sub>UR</sub>, 3<sub>LR</sub> としているが、各々、送信あるいは受信専用のものを用いても良い。その場合、送信器および受信器の設置位置が若干異なるので、上述した数式を若干修正する必要がある。もちろん、反射板等により、超音波を反射させて送信器および受信器の設置位置を、見かけ上同じにした場合には、数式を修正する必要はない。

【0029】 ところで、受信器を 4 つ用いた場合には、演算装置 7 において、計算に使用するカウンタの値の組み合わせによっては、被測定物体 1 の座標  $TG(x, y, z)$  が 4 組出てくることがある。理論上、これらの座標は同一であるが、実際には、被測定物体 1 において、超音波が反射される位置である反射位置の違いによって、同一とはならないことがある。さらに、送信器 3<sub>UL</sub> および受信器 3<sub>UL</sub>, 3<sub>UR</sub>, 3<sub>LR</sub> と被測定物体 1 との位置関係によっては、受信器 3<sub>UL</sub>, 3<sub>UR</sub>, 3<sub>LR</sub> において、

反射波が受信されない場合や、不要な反射波が受信される場合がある。

【0030】このような場合には、演算装置7において、カウンタ6から供給される時間データのうち、確からしいもののみを用いて、被測定物体1の座標TG (x, y, z) を算出し、算出された複数の座標TG (x, y, z) が一致しない場合は、これらの平均や、過去の被測定物体1の座標値を用いて、最も確からしい値を被測定物体1の座標TG (x, y, z) とする。

【0031】なお、被測定物体1が移動している場合において、被測定物体1の移動速度よりも、本実施例によるポインティングデバイスのスキャン速度が十分に高速であれば、何らかの理由で正しい反射波が得られなかったような場合にも、カウンタ6において過去に測定され\*

\* た時間データや、表示装置2に表示されたカーソル8の軌跡から次の座標TG (x, y, z) を推定することで、滑らかに移動する被測定物体1の測定が可能となる。

【0032】図9～12は、送信器を複数用いた場合の有効な送信器の選択例を示す図である。ここでは、送信器3<sub>UL</sub>, 3<sub>UL</sub>, 3<sub>UR</sub>, 3<sub>LR</sub>の4つを用いており、これらは受信器としても作動する。本実施例では、有効な送信器を順次選択している。選択の状況を表1に示し、その選択において、有効な送信器から送信された超音波が反射する様子を図9～12に示す。

【0033】

【表1】

有効な送信器	受信器	図の番号
3 <sub>LL</sub>	3 <sub>LL</sub> , 3 <sub>UL</sub> , 3 <sub>UR</sub> , 3 <sub>LR</sub>	図9
3 <sub>UL</sub>	3 <sub>LL</sub> , 3 <sub>UL</sub> , 3 <sub>UR</sub> , 3 <sub>LR</sub>	図10
3 <sub>UR</sub>	3 <sub>LL</sub> , 3 <sub>UL</sub> , 3 <sub>UR</sub> , 3 <sub>LR</sub>	図11
3 <sub>LR</sub>	3 <sub>LL</sub> , 3 <sub>UL</sub> , 3 <sub>UR</sub> , 3 <sub>LR</sub>	図12

【0034】いずれの場合にも、前述の計算式をそのまま用いて、あるいは、若干変更して用いることによって、被測定物体1の座標TG (x, y, z) を算出することが可能である。また、複数の送信器を用い、順次あるいはランダムに送信を行うことによって、測定範囲4や、測定可能な被測定物体1の種類等の範囲を広げることができる。

【0035】図13、図14は、測定された被測定物体1の座標TG (x, y, z) に対応する表示装置2中の位置にカーソル8を表示するポインティングデバイスを示す図であり、図13は、CRTディスプレイ、LCD、プラズマディスプレイ等の2次元の表示装置2を用いた例、図14は、レンチキュラレンズやホログラフィー等を使用した3次元の表示装置2を用いた例を示している。

【0036】図13では、2次元の表示装置2を用いて、被測定物体1の座標TG (x, y, z) のx, y座標を、カーソル8のx, y座標と同一にし、z座標をカーソル8の大きさと対応させている。これにより、カーソル8の表示位置が、被測定物体1の3次元空間内の位置に対応し、表示装置2に表示された仮想物体の操作等を行う際に、操作感を向上させることができる。

【0037】また、図14に示すように、3次元の表示装置2を用いた場合は、カーソル8を被測定物体1の位置と同じ空間位置に表示させることができ、あたかも仮想物体を直接操作しているような感覚を、操作者に与えることが可能である。3次元の表示装置2としては、特に、レンチキュラレンズやホログラフィー等を用いることにより、操作者が特殊なメガネ等の装置を装着することなく、立体物を表示できるので、入出力共に非装着の

環境が実現できる。

【0038】図15、図16は本発明の他の実施例を示す図であり、図15は、本発明による非接触型3次元位置測定装置を大画面を有する表示装置2に対して使用し、いわゆる体感ゲーム等の入力デバイスとして適用した例、図16は、街頭端末等の小さな画面を有する表示装置2に対して適用した例を示している。いずれの場合も、カーソル8を表示装置2上に示すことで、操作感の向上を図っている。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、超音波送信器から送信された超音波を被測定物体に反射させ、その反射波を複数の超音波受信器でとらえ、各受信器について、送信器～被測定物体～受信器間の距離等を算出し、これらの距離等の情報と超音波送信器及び超音波受信器の位置情報を用いて、被測定物体に何ら特殊な装置を装着することなく、被測定物体の3次元空間における位置を算出することができる。

【0040】また、超音波送信器を複数用いて、順次またはランダムに送信させることにより、単一の超音波送信器では測定が行えなかったような被測定物体や、広範な測定範囲についても、安定した測定を行うことができる。さらに、画像表示装置の周辺に超音波送信器を配置することにより、画面に触れることなく、且つ、被測定物体に何ら特殊な装置を装着することなく、3次元的な位置指定等の入力作業を行うことができる。加えて、算出された位置情報に基づいて、画像表示装置にカーソルを表示するようにしたことにより、3次元的な位置指定等の入力作業における操作性を向上させることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による非接触型3次元位置測定装置の一実施例を示す図である。

【図2】本実施例における超音波送受信器3の配置と測定範囲4とを示す上面図である。

【図3】本実施例における超音波送受信器3の配置と測定範囲4とを示す正面図である。

【図4】本実施例における超音波送受信器3の配置と測定範囲4とを示す右側面図である。

【図5】超音波送受信器3<sub>3</sub>の配置を示す図である。

【図6】本実施例における超音波送受信器3の配置を示す上面図である。

【図7】本実施例における超音波送受信器3の配置を示す正面図である。

【図8】本実施例における超音波送受信器3の配置を示す右側面図である。

【図9】送信器を複数用いた場合の有効な送信器の選択例を示す図である。

【図10】送信器を複数用いた場合の有効な送信器の選択例を示す図である。

\*20

\*【図11】送信器を複数用いた場合の有効な送信器の選択例を示す図である。

【図12】送信器を複数用いた場合の有効な送信器の選択例を示す図である。

【図13】2次元の表示装置2にカーソルを表示する例を示す図である。

【図14】3次元の表示装置2にカーソルを表示する例を示す図である。

【図15】本発明による非接触型3次元位置測定装置の適用例を示す図である。

【図16】本発明による非接触型3次元位置測定装置の適用例を示す図である。

## 【符号の説明】

1…被測定物体、

2…表示装置（画像表示装置）、

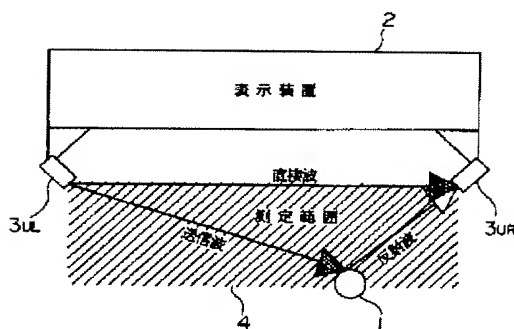
3…超音波送受信器（超音波送信器、超音波受信器）、

5…タイミング制御装置（タイミング制御手段）、

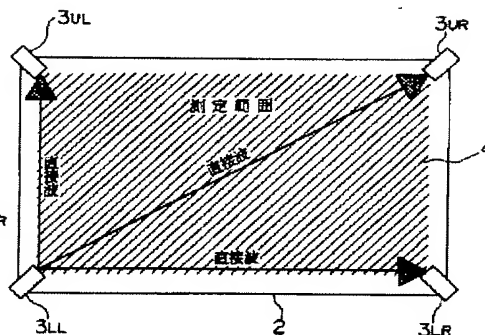
6…カウンタ、

7…演算装置。

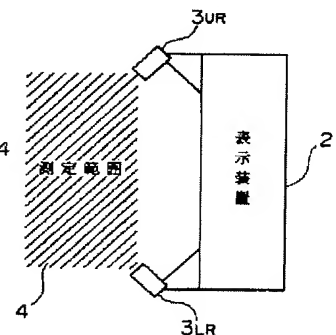
【図2】



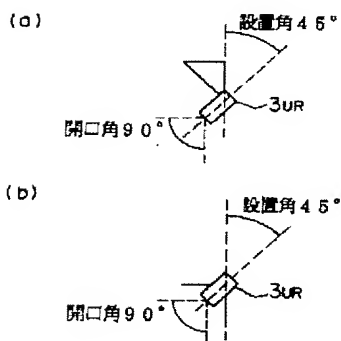
【図3】



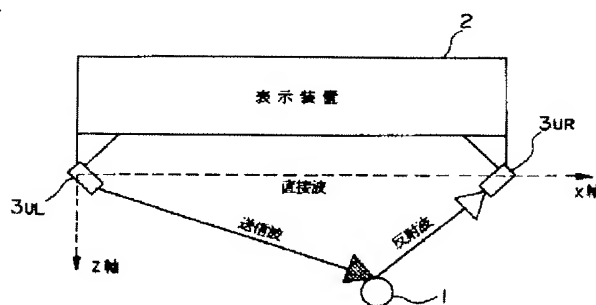
【図4】



【図5】

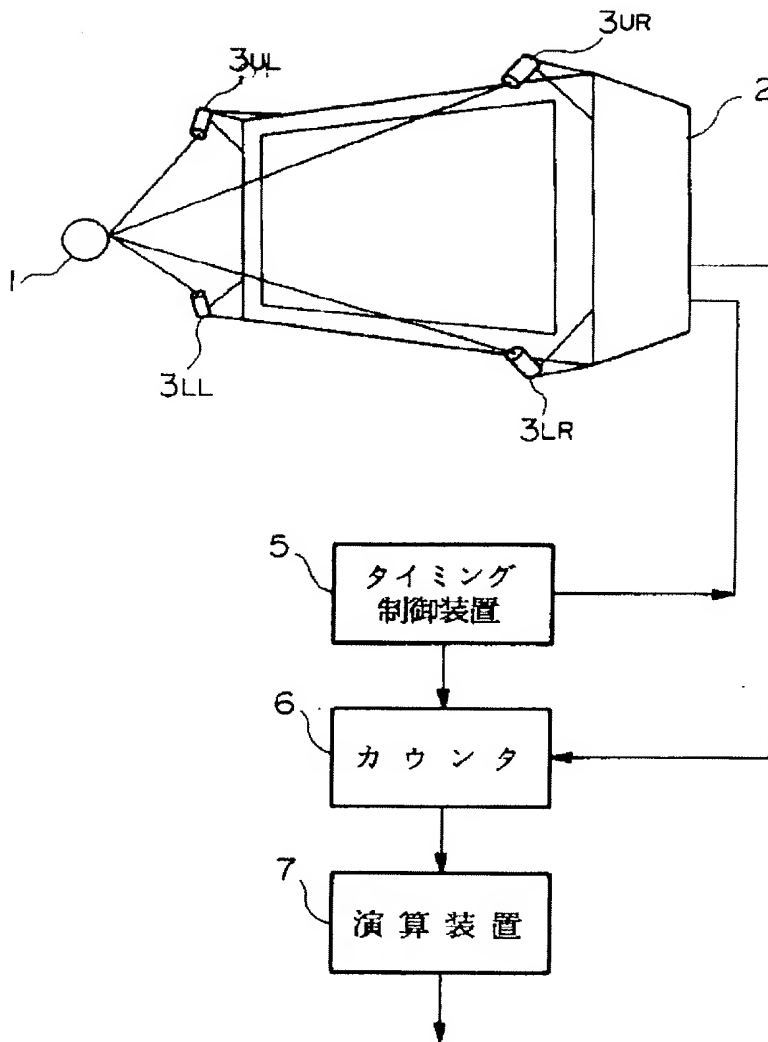


【図6】

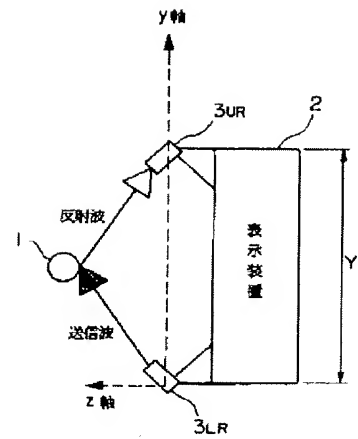




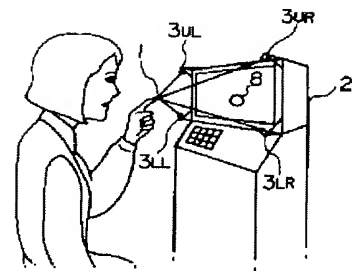
【図1】



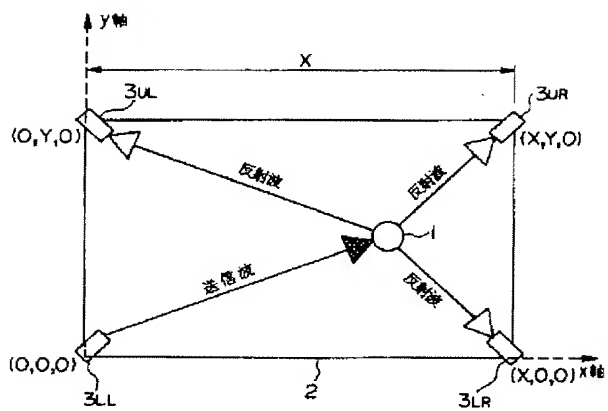
【図8】



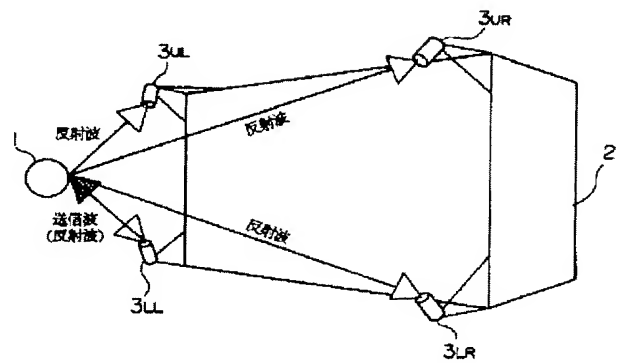
【図16】



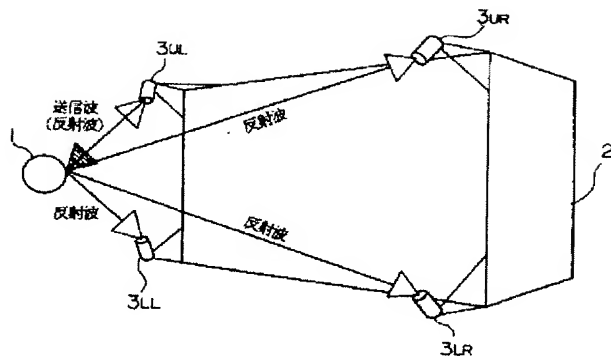
【図7】



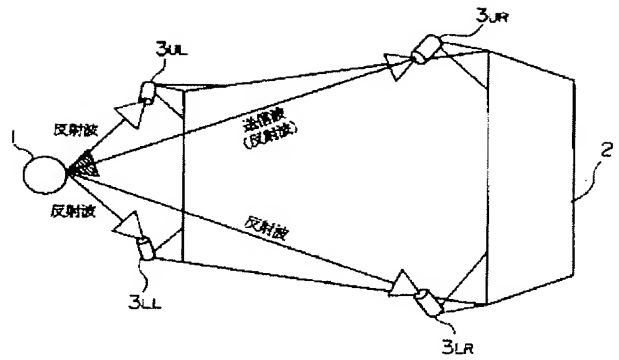
【図9】



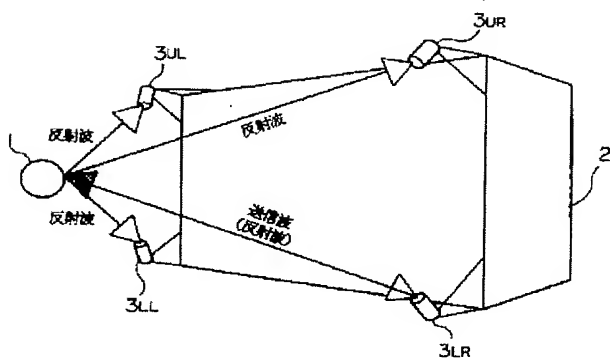
【図10】



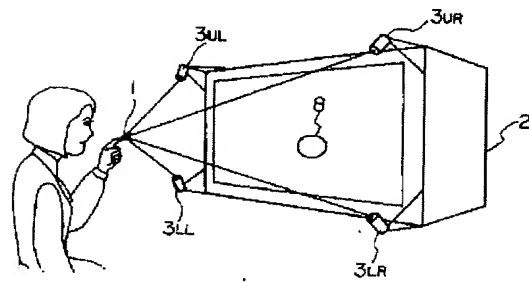
【図11】



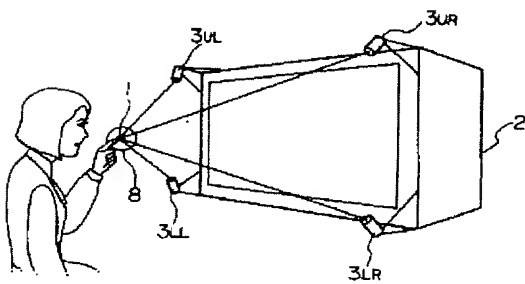
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

